

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-131610

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

G02B 13/18

(21)Application number : 10-307337

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.10.1998

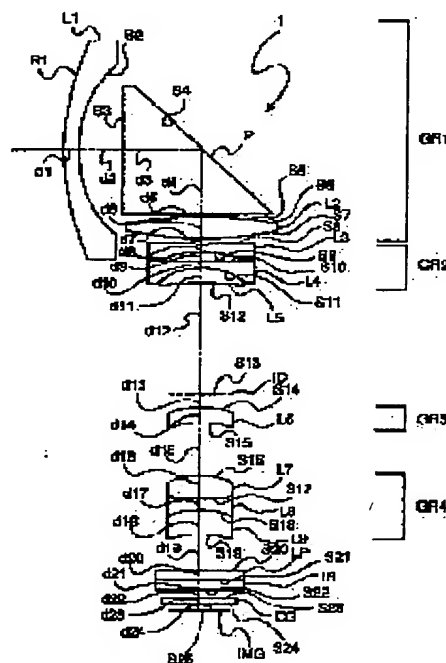
(72)Inventor : SUEYOSHI MASASHI

## (54) ZOOM LENS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized zoom lens of about three-variable power ratio suitable for a small-sized image pickup device such as a video camera and a digital still camera, etc.

SOLUTION: The zoom lens 1 is constituted of a 1st lens group GR1 whose refractive power is positive, a 2nd lens group GR2 whose refractive power is negative, a 3rd lens group GR3 whose refractive power is positive and a 4th lens group GR4 whose refractive power is positive in order from an object side to an image field IMG side, and zooming is accomplished by moving the 2nd lens group GR2 and the 4th lens group GR4. In this case, the 1st lens group GR1 is constituted of a 1st single lens L1 whose refractive power is negative, a prism P for bending an optical path and a 2nd single lens L2 whose refractive power is positive in order from the object side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st lens group which has positive refractive power from a body side in order to an image surface side The 2nd lens group which has negative refractive power The 3rd lens group which has positive refractive power Positive refractive power It is the zoom lens equipped with the above, and the above-mentioned 1st lens group is characterized by consisting of body sides with the 1st lens of the single lens which has negative refractive power in order, the prism which bends an optical path, and the 2nd lens of the single lens which has positive refractive power.

[Claim 2] The zoom lens according to claim 1 characterized by making it satisfy the following conditions.

$ndL1 > 1.75$  and  $L1 < 30$ , however  $ndL1$ : — the refractive index in d line of the 1st lens, and  $nudL1$ : — it considers as the Abbe number in d line of the 1st lens

[Claim 3] The zoom lens according to claim 1 characterized by constituting the field of at least 1 of the 1st lens by the aspheric surface.

[Claim 4] The zoom lens according to claim 1 characterized by making into a convex the field it turned [ field ] to the body side of the 1st lens.

[Claim 5] The zoom lens according to claim 2 characterized by making into a convex the field it turned [ field ] to the body side of the 1st lens.

[Claim 6] The zoom lens according to claim 3 characterized by making into a convex the field it turned [ field ] to the body side of the 1st lens.

[Claim 7] The zoom lens according to claim 1 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group by the aspheric surface.

[Claim 8] The zoom lens according to claim 2 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group by the aspheric surface.

[Claim 9] The zoom lens according to claim 3 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group by the aspheric surface.

[Claim 10] The zoom lens according to claim 4 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group by the aspheric surface.

[Claim 11] The zoom lens according to claim 5 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group by the aspheric surface.

[Claim 12] The zoom lens according to claim 6 characterized by constituting the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group by the aspheric surface.

[Claim 13] The zoom lens indicated to the claim 1 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < fGR1/fw < 12$  however the focal distance of the  $fGR1$ : lens [ 1st ] group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 14] The zoom lens indicated to the claim 2 characterized by satisfying the following conditions.

$4.5 < fGR1/fw < 12$  however the focal distance of the  $fGR1$ : lens [ 1st ] group,  $fw$ : Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 15] The zoom lens indicated to the claim 3 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 16] The zoom lens indicated to the claim 4 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 17] The zoom lens indicated to the claim 5 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 18] The zoom lens indicated to the claim 6 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 19] The zoom lens indicated to the claim 7 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 20] The zoom lens indicated to the claim 8 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 21] The zoom lens indicated to the claim 9 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 22] The zoom lens indicated to the claim 10 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 23] The zoom lens indicated to the claim 11 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

[Claim 24] The zoom lens indicated to the claim 12 characterized by satisfying the following conditions.

4.5<fGR1/fw<12 however the focal distance of the fGR1:lens [ 1st ] group, fw: Consider as the focal distance in the wide edge of the lens whole system.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the optimal zoom lens of variable power ratio 3 double intensity for a small video camera, a digital still camera, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] If it is in small image pick-up equipments, such as a video camera and a digital still camera, in recent years, much more miniaturization is called for and the lens for photography and the miniaturization according [ especially a zoom lens ] to shortening of an overall length etc. are called for in connection with this.

[0003] Moreover, if it is in the above-mentioned lens for photography, and the thing for digital still cameras especially, the demand to a zoom lens including the wide angle region whose field angle in a wide angle edge is about 70-80 degrees is increasing with the miniaturization, and improvement in a lens performance is also simultaneously called for corresponding to the raise in the pixel of an image pick-up element.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As a small zoom lens for small image pick-up equipments, the zoom lens of 2 group composition of the retrospective focus type which consists of the 1st lens group which has a negative refractive index, and the 2nd lens group which has positive refractive power is in order from a body side. However, if it is in the zoom lens of such 2 group composition, it is difficult to enlarge a variable power ratio, and since an overall length also changes with zooming operation, as a small object for image pick-up devices, it is disqualified.

[0005] Moreover, the zoom lens of 4 group composition which consists of the 1st lens group which has positive refractive power, the 2nd lens group (barricade ETA) which has negative refractive power, the 3rd lens group (compensator) which has positive refractive power, and the 4th lens group (master) which has positive refractive power is in order from a body side. However, since an overall length becomes long, the zoom lens of such 4 group composition is disqualified as a small object for image pick-up devices.

[0006] Furthermore, the 1st lens group which has positive refractive power in order from a zoom lens [ which was indicated by JP,8-248318,A ], i.e., body side, Like the zoom lens of 4 group composition which consists of the 2nd lens group (barricade ETA) which has negative refractive power, the 3rd lens group (compensator) which has positive refractive power, and the 4th lens group (master) which has positive refractive power Arrange prism between the lenses of the position by the side of the body of the 1st lens group, and prism is inserted for the 1st lens group in between. Although there are some which shortened order length by bending an optical path with prism while dividing into the lens group which has positive refractive power in a body side at a negative and image surface side and constituting an afocal system This type of zoom lens had much composition number of sheets of a lens, and, moreover, had the trouble that an overall length will also still be long and a manufacturing cost will also become high.

[0007] this invention -- the above-mentioned trouble -- taking an example -- the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still

camera, — let it be a technical problem to offer an about 3-time small zoom lens  
[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention zoom lens The 1st lens group which has positive refractive power from a body side in order to an image surface side, and the 2nd lens group which has negative refractive power, In the zoom lens which was made to perform zooming by consisting of the 3rd lens group which has positive refractive power, and the 4th lens group which has positive refractive power, and moving the above-mentioned 2nd lens group and the 4th lens group The 1st lens of the single lens which has negative refractive power for the 1st lens group in order from a body side, the prism which bends an optical path, and the 2nd lens of the single lens which has positive refractive power constitute.

[0009] therefore, the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still camera, — it becomes possible to miniaturize an about 3-time zoom lens

[0010]

[Embodiments of the Invention] Below, the gestalt of operation of this invention zoom lens is explained with reference to an accompanying drawing. In addition, in the gestalt (numerical example 1), drawing 5, or drawing 8 of the 1st operation, the gestalt (numerical example 2), drawing 9, or drawing 12 of the 2nd operation shows [ drawing 1 or drawing 4 ] the gestalt (numerical example 3) of the 3rd operation, respectively.

[0011] The common matter in introduction and the gestalt of each operation is explained.

[0012] In the following explanation, "Si" is counted from a body side. In addition, the i-th field, "Ri" The radius of curvature of the above-mentioned field Si, the spacing between the "di" body side to the i-th field, and the i+1st fields, In the refractive index in d line (wavelength of 587.6nm) of the i-th lens (Li), and "n<sub>dLi</sub>", the Abbe number in d line of the i-th lens (Li) and "f" shall show the focal distance of the lens whole system, and "F<sub>no</sub>." shall show [ "n<sub>dLi</sub>" ] an open F value and "omega" half field angle. However, that by which P, LP, IR, and CG were added after nd or nud shall show the refractive index or the Abbe number of cover glass of prism, a low pass filter, an infrared cut-off filter, and an image pick-up element, respectively.

[0013] Moreover, that from which a lens side is constituted by the aspheric surface is also contained in the lens used in the gestalt of each operation.

[0014] If an aspheric surface configuration sets the radius of curvature in "x" and a lens vertex to "r" and sets a cone constant to "kappa", the depth (distance of the direction of an optical axis from the vertex of a lens side) of the aspheric surface  $x = (y^2/r) / 1 + (1 - \text{kappa} - y^2 / r^2)^{1/2} + C_4, y^4 + C_6, y^6 + C_8$  and  $y^8 + C_{10}$ , and y<sub>10</sub> shall define. In addition, C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>8</sub>, and C<sub>10</sub> are the 4th aspheric surface coefficients [ 6th / 8th / 10th ], respectively.

[0015] The zoom lenses 1, 2, and 3 in the 1st or 3rd example consist of the 4th lens group GR4 which has the 1st lens group GR1 which has positive refractive power in order to an image surface IMG side, the 2nd lens group GR2 which has negative refractive power, the 3rd lens group GR3 which has positive refractive power, and positive refractive power from a body side, as shown in drawing 1, drawing 5, and drawing 9. The prism with which a zoom lens 1 or 3 has been arranged for the 1st lens group GR1 in the meantime [ two lenses and in the meantime ] which consist of the 1st lens L1 and the 2nd lens L2, three lenses and the 3rd lens group GR3 to which the 2nd lens group GR2 changes from the 3rd lens L3, the 4th lens L4, and the 5th lens L5 — the 6th lens L6 — and The 4th lens group GR4 is a thing of four nine groups composition which has three lenses which consist of the 7th lens L7, the octavus lens L8, and the 9th lens L9, respectively.

[0016] Moreover, it extracts between the 2nd lens group GR2 and the 3rd lens group GR3, and the cover glass CG of a low pass filter LP and the infrared cut-off filters IR and CCD is arranged for ID sequentially from the body side between the 4th lens group GR4 and the image surface IMG.

[0017] And from a body side, when it is made to perform zooming and zooming is carried out to a long focal distance edge (tele edge) from a short focal distance edge (wide angle edge) by moving the above-mentioned 2nd lens group GR2 and the 4th lens group GR4, the 2nd lens silver

GR2 moves the 4th lens group GR4 to an image surface side so that image position may be held.

[0018] In addition, it succeeds in a zoom lens 1 or focal adjustment of 3 by moving the 4th lens group GR4.

[0019] The 2nd lens L2 of the single lens which has the 1st lens L1 of the single lens of the meniscus configuration which has negative refractive power in order, the prism P which bends 90 degrees of optical paths, and positive refractive power constitutes the 1st lens group GR1 from a body side.

[0020] As for a zoom lens 1 or 3, it is desirable that satisfy the following conditional expression 1 and conditional expression 2, or at least one field constitutes by the aspheric surface among each side of \*\*\*\* 1 lens L1.

$ndL1 > 1.75$  (conditional expression 1)

$nudL1 < 30$  (conditional expression 2)

However,  $ndL1$  is a refractive index in d line of the 1st lens L1, and  $nudL1$  is the Abbe number in d line of the 1st lens L1.

[0021] Conditional expression 1 is for specifying the yield of distortion aberration with the 1st lens L1 which is a single lens which has the negative refractive power which constitutes the 1st lens group GR1 which has positive refractive power. namely, the refractive power of the 1st lens group GR1 needed when the value of  $ndL1$  becomes out of range in being prescribed by conditional expression 1 -- receiving -- the yield of distortion aberration -- large -- becoming -- this -- the aspheric surface of the 4th lens group GR4 -- an amendment -- things will become impossible

[0022] Conditional expression 2 is for specifying the yield of the chromatic aberration by L1 with the 1st lens which is a single lens which has the negative refractive power which constitutes the 1st lens group GR1 which has positive refractive power. namely, the yield of the chromatic aberration within the 1st lens group GR1 which has positive refractive power when the value of  $nudL1$  becomes out of range in being prescribed by conditional expression 2 -- large -- becoming -- this -- an amendment -- things become difficult [ the whole lens system ]

[0023] Moreover, as for the field S1 by the side of the body of a zoom lens 1 or the 1st lens L1 of 3, it is desirable that it is a convex towards a body side. the negative distortion aberration in which the above-mentioned field S1 generates this on this concave surface S1 towards a body side as it is concave -- large -- becoming -- this -- the lens whole system -- an amendment -- it is because things become difficult

[0024] It is desirable that at least one field is constituted by the aspheric surface among each field of the lens which constitutes a zoom lens 1 or the 4th lens group GR4 of 3, and for at least one field of the lens especially located most in an image surface side to be constituted by the aspheric surface.

[0025] Thus, if the aspheric surface constitutes at least one field among the lens sides in the 4th lens group GR4 Things come be made. the negative distortion aberration in the wide angle edge generated by the 1st lens group GR1 -- an amendment -- by this Power of a single lens (the 1st lens) L1 which has the negative refractive power of the 1st lens group GR1 can be strengthened now, and a latus field angle can be obtained more now.

[0026] Furthermore, as for a zoom lens 1 or 3, it is desirable to constitute so that the following conditional expression 3 may be satisfied.

$4.5 < fGR1 / fw < 12$  (conditional expression 3)

However,  $fGR1$  is the focal distance of the 1st lens group GR1, and  $fw$  is a focal distance in the wide angle edge of the lens whole system.

[0027] Conditional expression 3 specifies the ratio of the focal distance of the 1st lens group GR1 which has positive refractive power, and the focal distance of the lens whole system. Namely, if the value of  $fGR1 / fw$  becomes 4.5 or less, the positive power of the 1st lens group GR1 will become strong too much. [ whether with this single lens L2, amendment of spherical aberration becomes whether to be impossible by 2nd lens L2 power which has the positive refractive power in the 1st lens group GR1 and which is a single lens becoming large, and ] Or the power of the 1st lens which is a single lens which has negative refractive power will become

weak, and sufficient extensive field angle-ization will become difficult. Moreover, if the value of  $f_{GR1}/f_w$  becomes 12 or more, the positive power of the 1st lens group GR1 becomes weak too much, a zoom lens 1 or the overall length of 3 will become long, and a miniaturization will become difficult.

[0028] Next, the zoom lens 1 concerning the 1st or 3rd example or the peculiar matter of 3 is explained.

[0029] Each numeric value of a zoom lens 1 is shown in Table 1. In addition, the field which wrote (ASP) in addition after the numeric value of  $R_i$  is constituted by the aspheric surface (the same is said also of Table 4 and 7 mentioned later.).

[0030]

[Table 1]

R1=35.116	d1=1.8	ndL1=1.85000	$\nu$ dL1=23.5
R2=18.675	d2=5.5		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=46.647	d6=2.8	ndL2=1.76811	$\nu$ dL2=49.7
R7=-38.962	d7=variable		
R8=-64.828	d8=1.1	ndL3=1.84000	$\nu$ dL3=43.0
R9=14.768	d9=1.1		
R10=140.620	d10=1.1	ndL4=1.75359	$\nu$ dL4=51.6
R11=8.989	d11=2.0	ndL5=1.84666	$\nu$ dL5=23.8
R12=33.286	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=9.394(ASP)	d14=2.0	ndL6=1.80610	$\nu$ dL6=40.7
R15=12.687	d15=variable		
R16=7.522	d16=3.0	ndL7=1.75955	$\nu$ dL7=50.8
R17=-40.255	d17=1.5	ndL8=1.84666	$\nu$ dL8=23.8
R18=8.007	d18=3.3	ndL9=1.69350	$\nu$ dL9=53.3
R19=24.197(ASP)	d19=variable		
R20= $\infty$	d20=1.5	ndLP=1.55292	$\nu$ dLP=63.4
R21= $\infty$	d21=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R22= $\infty$	d22=1.00		
R23= $\infty$	d23=0.75	ndCG=1.55671	$\nu$ dCG=58.6
R24= $\infty$	d24=1.0		
R25= $\infty$			

[0031] As shown in the above-mentioned table 1, in connection with zooming of a zoom lens 1, and focusing operation, spacings d7, d12, d15, and d19 are adjustable (variable). Therefore, each numeric value of d7, d12, d15, and d19 in the middle focal position ( $f=9.0$ ) of a wide angle edge ( $f=5.3$ ), a tele edge ( $f=15.6$ ) and a wide angle edge, and a tele edge and FNo., and  $f$  and  $\omega$  are shown in Table 2.

[0032]

[Table 2]



<b>f</b>	<b>5.3</b>	<b>9.0</b>	<b>15.5</b>
<b>FNo.</b>	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>3.1</b>
<b><math>\omega</math></b>	<b>37.0°</b>	<b>24.0°</b>	<b>14.5°</b>
<b>d7</b>	<b>0.8</b>	<b>8.36</b>	<b>13.76</b>
<b>d12</b>	<b>15.01</b>	<b>7.45</b>	<b>2.05</b>
<b>d15</b>	<b>7.02</b>	<b>4.96</b>	<b>2.0</b>
<b>d19</b>	<b>4.82</b>	<b>6.88</b>	<b>9.84</b>

[0033] Moreover, the body side of the 6th lens L6 of the 3rd lens group GR3 reaches field S14, and the field S19 by the side of the image surface of the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4 is constituted by the aspheric surface. The 4th aspheric surface coefficient C [ 6th / 8th / 10th ] 4 of the above-mentioned fields S14 and S19, and C6, C8 and C10 are shown in following Table 3.

[0034]

[Table 3]

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
<b>S14(R14)</b>	<b>0</b>	<b>-0.9142E-04</b>	<b>0.9775E-05</b>	<b>-0.4308E-06</b>	<b>0.1590E-07</b>
<b>S19(R19)</b>	<b>0</b>	<b>0.1217E-02</b>	<b>0.2458E-04</b>	<b>0.1236E-05</b>	<b>0.1235E-07</b>

[0035] In addition, "E" in the above-mentioned table 3 shall mean index expression which uses 10 as a bottom. (Also setting to Table 7 and 11 mentioned later the same.)

[0036] Drawing showing the spherical aberration in the middle focal position and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, the astigmatism, and distortion aberration of a zoom lens 1 is shown in drawing 2 or drawing 4, respectively. In addition, in a spherical-aberration view, a solid line shows [ in / an astigmatic view / e line (wavelength of 546.1nm) and a dotted line (dashed line with a shorter pitch) show a value / in / g line (wavelength of 435.8nm) / alternate long and short dash line / C line (wavelength of 656.3nm), and / d line and a dashed line, and / in a two-dot chain line ], and ] a value / in / a meridional image surface ]. / an F line (wavelength of 486.1nm)

[0037] In the above-mentioned zoom lens 1, \*\*\*\* of the image surface by the eccentricity within the 4th lens group GR4 is made small, and it is made to make manufacture easy by constituting the 4th lens group GR4 by the cemented lens of three lenses L7, L8, and L9.

[0038] Each numeric value of a zoom lens 2 is shown in Table 4.

[0039]

[Table 4]

R1=43.209	d1=2.0	ndL1=1.84666	$\nu$ dL1=23.8
R2=16.054	d2=4.0		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=40.072	d6=2.9	ndL2=1.83500	$\nu$ dL2=43.0
R7=-40.072	d7=variable		
R8=-130.120	d8=1.1	ndL3=1.83500	$\nu$ dL3=43.0
R9=11.909	d9=1.29		
R10= $\infty$	d10=1.0	ndL4=1.75359	$\nu$ dL4=51.6
R11=7.755	d11=2.2	ndL5=1.84666	$\nu$ dL5=23.8
R12=31.164	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=9.845 (ASP)	d14=1.5	ndL6=1.69350	$\nu$ dL6=53.3
R15=18.742	d15=variable		
R16=9.080	d16=2.5	ndL7=1.69350	$\nu$ dL7=53.3
R17=-9.050	d17=1.0	ndL8=1.84666	$\nu$ dL8=23.8
R18=-104.131	d18=4.75		
R19=35.898 (ASP)	d19=1.0	ndL9=1.49200	$\nu$ dL9=57.2
R20=24.197 (ASP)	d20=variable		
R21= $\infty$	d21=1.5	ndLP=1.55232	$\nu$ dLP=63.4
R22= $\infty$	d22=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R23= $\infty$	d23=1.0		
R24= $\infty$	d24=0.75	ndCG=1.55671	$\nu$ dCG=58.6
R25= $\infty$	d25=1.0		
R26= $\infty$			

[0040] As shown in the above-mentioned table 4, in connection with zooming of a zoom lens 2, and focusing operation, spacings d7, d12, d15, and d20 are adjustable (variable). Therefore, each numeric value of d7, d12, d15, and d20 in the middle focal position ( $f=9.0$ ) of a wide angle edge ( $f=5.3$ ), a tele edge ( $f=15.5$ ) and a wide angle edge, and a tele edge and FNo., and  $f$  and  $\omega$  are shown in Table 5.

[0041]

[Table 5]

f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.8	3.1	3.8
$\omega$	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	7.17	11.4
d12	12.65	8.28	2.05
d15	8.99	6.09	2.0
d20	3.67	6.57	10.66

[0042] Moreover, the body side of the 6th lens L6 of the 3rd lens group GR3 reaches field S14, and the field S19 by the side of the body of the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4 and the field S20 by the side of the image surface are constituted by the aspheric surface. The 4th aspheric surface coefficient C [ 6th / 8th / 10th ] 4 of the above-mentioned fields S14, S19, and

S20, and C6, C8 and C10 are shown in following Table 6.

[0043]

[Table 6]

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S14(R14)	0	-0.1224E-03	0.9870E-05	-0.1144E-05	0.4671E-07
S19(R19)	0	-0.0497E-03	0.3720E-04	-0.6771E-05	0.3284E-06
S20(R20)	0	-0.5412E-04	0.7292E-04	-0.8809E-05	0.4530E-06

[0044] Drawing showing the spherical aberration in the middle focal position and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, the astigmatism, and distortion aberration of a zoom lens 2 is shown in drawing 6 or drawing 8, respectively. In addition, in a spherical-aberration view, a solid line shows [ in / an astigmatic view / e line and a dotted line show a value / in / g line / alternate long and short dash line / C line and / d line and a dashed line, and / in a two-dot chain line ], and ] a value / in / a meridional image surface / a solid line and / in a dashed line ]. / an F line / the sagittal image surface

[0045] Moreover, in a zoom lens 2, the aspheric lens made from plastics is used for the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4, and the zoom lens which can be cheaply manufactured with a miniaturization and highly efficient-ization is constituted.

[0046] Each numeric value of a zoom lens 3 is shown in Table 7.

[0047]

[Table 7]

R1=35.641	d1=1.8	ndL1=1.85000	$\nu$ dL1=23.5
R2=16.216(ASP)	d2=5.5		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=32.208	d6=2.8	ndL2=1.76658	$\nu$ dL2=49.9
R7=-56.283	d7=variable		
R8=-53.723	d8=1.1	ndL3=1.84000	$\nu$ dL3=43.0
R9=17.458	d9=1.1		
R10= $\infty$	d10=1.0	ndL4=1.84000	$\nu$ dL4=43.0
R11=7.863	d11=2.0	ndL5=1.83916	$\nu$ dL5=23.8
R12=48.420	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=16.484(ASP)	d14=2.0	ndL6=1.80610	$\nu$ dL6=40.7
R15=15.006	d15=variable		
R16=7.899	d16=3.0	ndL7=1.79554	$\nu$ dL7=46.8
R17=-33.011	d17=1.5	ndL8=1.80688	$\nu$ dL8=25.6
R18=8.087	d18=3.3	ndL9=1.69350	$\nu$ dL9=53.3
R19=22.085(ASP)	d19=variable		
R20= $\infty$	d20=1.5	ndLP=1.55282	$\nu$ dLP=63.4
R21= $\infty$	d21=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R22= $\infty$	d22=1.0		
R23= $\infty$	d23=0.75	ndCG=1.55871	$\nu$ dCG=58.6
R24= $\infty$	d24=1.0		
R25= $\infty$			

[0048] As shown in the above-mentioned table 7, in connection with zooming of a zoom lens 3,

and focusing operation, spacings d7, d12, d15, and d19 are adjustable (variable). Therefore, each numeric value of d7, d12, d15, and d19 in the middle focal position ( $f=9.0$ ) of a wide angle edge ( $f=5.3$ ), a tele edge ( $f=15.5$ ) and a wide angle edge, and a tele edge and FNo., and  $f$  and  $\omega$  are shown in Table 8.

[0049]

[Table 8]

f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.4	2.6	3.1
$\omega$	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	8.08	13.2
d12	14.41	7.12	2.0
d15	7.28	5.11	2.0
d19	5.19	7.34	10.45

[0050] Moreover, the field [ by the side of the image surface of the 1st lens L1 of the 1st lens group ] S2 and body side of the 6th lens L6 of the 3rd lens group GR3 reaches field S14, and the field S19 by the side of the image surface of the 9th lens L9 of the 4th lens group GR4 is constituted by the aspheric surface. The 4th aspheric surface coefficient C [ 6th / 8th / 10th ] 4 of the above-mentioned fields S2, S14, and S19, and C6, C8 and C10 are shown in following Table 3.

[0051]

[Table 9]

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S2(R2)	0	-0.4475E-05	0.2083E-07	-0.6283E-10	-0.7920E-12
S14(R14)	0	-0.6561E-04	0.1709E-05	-0.1885E-08	0.6981E-08
S19(R19)	0	0.1058E-02	0.2442E-04	0.4797E-06	0.3475E-07

[0052] constituting the field S2 by the side of the image surface of the 1st lens L1 in the 1st lens group GR1 by the aspheric surface in a zoom lens 3, as described above — the spherical aberration in a curvature of field and a long focal distance region — an amendment — it is made like

[0053] Drawing showing the spherical aberration in the middle focal position and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, the astigmatism, and distortion aberration of a zoom lens 3 is shown in drawing 10 or drawing 12, respectively. In addition, in a spherical-aberration view, a solid line shows [ in / an astigmatic view / e line and a dotted line show a value / in / g line / alternate long and short dash line / C line and / d line and a dashed line, and / in a two-dot chain line ], and ] a value / in / a meridional image surface / a solid line and / in a dashed line ]. / an F line / the sagittal image surface

[0054] In the above-mentioned zoom lens 3, like the zoom lens 1 in the 1st example, \*\*\*\* of the image surface by the eccentricity within the 4th lens group GR4 is made small, and it is made to make manufacture easy by constituting the 4th lens group GR4 by the cemented lens of three lenses L7, L8, and L9.

[0055] Each numeric value for searching for the zoom lens 1, the conditional expression 1 of 3, or each conditions of 3 which were shown in the above 1st or the 3rd example, and the value of each conditional expression are shown in following Table 10.

[0056]

[Table 10]

実施の形態	ndL1	$\nu$ dL1	fGR1	fw	fGR1/fw
1	1.85000	23.5	38.29	5.3	7.22
2	1.84668	23.8	32.99	5.3	6.22
3	1.85000	23.5	36.94	5.3	6.97

[0057] As conditional expression 1 or the conditions of 3 are satisfied and it is shown in each aberration view, in the middle focal position and tele edge of a wide angle edge, a wide angle edge, and a tele edge, various aberration is also amended with sufficient balance by a zoom lens 1 or 3, so that clearly from the above-mentioned table 10.

[0058] Thus, the field angle in a wide angle edge is suitable for a zoom lens 1 or 3 as 74 degrees and an object for digital still cameras which used the image pick-up element with many pixels especially since various aberration was also fully amended good including the wide angle field.

[0059] In addition, it passes over no concrete configurations and structures of each part which were shown in the form of the aforementioned implementation to what showed a mere example of the embodiment which hits carrying out this invention, and the technical range of this invention is not interpreted by these in limitation.

[0060]

[Effect of the Invention] So that clearly from the place indicated above this invention zoom lens The 1st lens group which has positive refractive power from a body side in order to an image surface side, and the 2nd lens group which has negative refractive power, In the zoom lens which was made to perform zooming by consisting of the 3rd lens group which has positive refractive power, and the 4th lens group which has positive refractive power, and moving the above-mentioned 2nd lens group and the 4th lens group Since the 1st lens of the single lens which has negative refractive power for the 1st lens group in order from a body side, the prism which bends an optical path, and the 2nd lens of the single lens which has positive refractive power constituted the optimal variable power ratio for small image pick-up devices, such as a video camera and a digital still camera, -- an about 3-time zoom lens can be miniaturized

[0061] the distortion aberration and chromatic aberration which are generated by the 1st lens group since it was made to satisfy each conditions of  $ndL1 > 1.75$  and  $nudL1 < 30$  if it was in the zoom lens indicated to the claim 2 when ndL1 was made into the refractive index in d line of the 1st lens and nudL1 was made into the Abbe number in d line of the 1st lens -- good -- an amendment -- things are made

[0062] the spherical aberration in a curvature of field and a long focal distance region if it was in the zoom lens indicated to the claim 3, since the aspheric surface constituted the field of at least 1 of the 1st lens -- good -- an amendment -- things are made

[0063] if it was in invention indicated to the claim 4 or the claim 6, since the field it turned [ field ] to the body side of the 1st lens was made into the convex -- the lens whole system -- an amendment -- there is no bird clapper greatly [ the negative distortion aberration from which things become difficult ]

[0064] If it is in invention indicated to the claim 7 or the claim 12 Since the aspheric surface constituted the at least 1st of each sides of the lens which constitutes the 4th lens group the negative distortion aberration in the wide angle edge generated from the 1st lens group 2 -- effective -- an amendment -- since things come be made, it becomes possible to strengthen power of the negative single lens of the 1st lens group, and a latus field angle can be obtained more

[0065] Since it was made to satisfy the conditions of  $4.5 < fGR1/fw < 12$  if it was in invention indicated to the claim 13 or the claim 24 when fGR1 was made into the focal distance of the 1st lens group and fw was made into the focal distance in the wide edge of the lens whole system, amendment of spherical aberration, the formation of sufficient extensive field angle, and a miniaturization can be attained.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] With drawing 2 or drawing 4, the gestalt of operation of the 1st of this invention zoom lens is shown, and this view is a schematic diagram showing lens composition.

[Drawing 2] It is drawing showing the spherical aberration in a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 3] It is drawing showing the spherical aberration in the middle focal position of a wide angle edge and a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 4] It is drawing showing the spherical aberration in a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 5] With drawing 6 or drawing 8, the gestalt of operation of the 2nd of this invention zoom lens is shown, and this view is a schematic diagram showing lens composition.

[Drawing 6] It is drawing showing the spherical aberration in a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 7] It is drawing showing the spherical aberration in the middle focal position of a wide angle edge and a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 8] It is drawing showing the spherical aberration in a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 9] With drawing 10 or drawing 12, the gestalt of operation of the 3rd of this invention zoom lens is shown, and this view is a schematic diagram showing lens composition.

[Drawing 10] It is drawing showing the spherical aberration in a wide angle edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 11] It is drawing showing the spherical aberration in the middle focal position of a wide angle edge and a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Drawing 12] It is drawing showing the spherical aberration in a tele edge, astigmatism, and distortion aberration.

[Description of Notations]

1 [ -- A zoom lens, GR1 / -- The 1st lens group, GR2 / -- The 2nd lens group, GR3 / -- The 3rd lens group, GR4 / -- The 4th lens group, L1 / -- The 1st lens, L2 / -- The 2nd lens, P / -- Prism, IMG / -- Image surface ] -- A zoom lens, 2 -- A zoom lens, 3

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-131610  
(P2000-131610A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 15/16  
13/18

G 0 2 B 15/16  
13/18

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平10-307337

(22) 出願日

平成10年10月28日 (1998.10.28)

(71) 出願人

000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者

末吉 正史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人

100069051

弁理士 小松 祐治

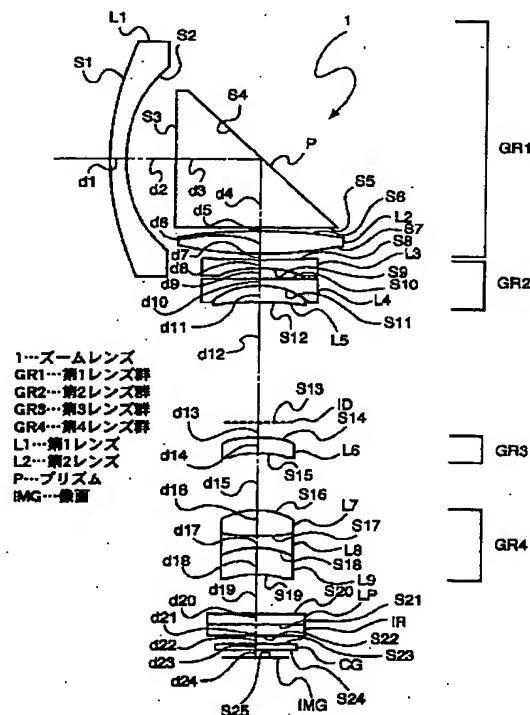
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比3倍程度の小型のズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から像面 I M G 側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 G R 1 と、負の屈折力を有する第2レンズ群 G R 2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G R 3 と、正の屈折力を有する第4レンズ群 G R 4 とから成り、第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズーミングを行うようにしたズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ L 1、光路を折り曲げるプリズム P、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズ L 2 によって構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズームを行うようにされたズームレンズにおいて、上記第1レンズ群が物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成されたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 以下の条件を満足するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$n_d L1 > 1.75$$

$$v_d L1 < 30$$

但し、

$n_d L1$  : 第1レンズのd線での屈折率、

$v_d L1$  : 第1レンズのd線でのアッベ数、とする。

【請求項3】 第1レンズの少なくとも1の面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項4】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項5】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項6】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項7】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項8】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項9】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項10】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

【請求項11】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

【請求項12】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項6に記載のズームレンズ。

【請求項13】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項14】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項2に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項15】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項3に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項16】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項4に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項17】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項5に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項18】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項6に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項19】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項7に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、とする。

【請求項20】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項8に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項 2 1】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項 9 に記載したズームレンズ。

$$4. \quad 5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項 2 2】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項 10 に記載したズームレンズ。

$$4. \quad 5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項 2 3】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項 11 に記載したズームレンズ。

$$4. \quad 5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【請求項 2 4】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項 12 に記載したズームレンズ。

$$4. \quad 5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、  
 $f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、  
 とする。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、小型のビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に最適な、変倍比 3 倍程度のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型撮像装置にあっては、より一層の小型化が求められており、これに伴って、撮影用レンズ、特に、ズームレンズは全長の短縮等による小型化が求められている。

【0003】また、上記撮影用レンズ、特に、デジタルスチルカメラ用のものにあっては、小型化と共に、広角端での画角が 70°～80°程度の広角域を含むズームレンズに対する要求が高まっており、同時に、撮像素子の高画素化に対応してレンズ性能の向上も求められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】小型撮像装置用の小型のズームレンズとしては、物体側から順に、負の屈折率を有する第 1 レンズ群と、正の屈折率を有する第 2 レンズ群とから成るレトロフォーカスタイプの 2 群構成のズームレンズがある。しかし、このような 2 群構成のズームレンズにあっては、変倍比を大きくすることが難しく、また、ズーミング動作に伴って全長も変化するので小型の撮像機器用としては不適格である。

【0005】また、物体側から順に、正の屈折率を有する第 1 レンズ群と、負の屈折率を有する第 2 レンズ群（バリエータ）と、正の屈折率を有する第 3 レンズ群（コンペンセータ）と、正の屈折率を有する第 4 レンズ群（マスター）とから成る 4 群構成のズームレンズがある。しかし、このような 4 群構成のズームレンズは、全長が長くなってしまいうため、小型の撮像機器用としては不適格である。

【0006】更に、特開平 8-248318 号公報に記載されたズームレンズ、即ち、物体側から順に、正の屈折率を有する第 1 レンズ群と、負の屈折率を有する第 2 レンズ群（バリエータ）と、正の屈折率を有する第 3 レンズ群（コンペンセータ）と、正の屈折率を有する第 4 レンズ群（マスター）とから成る 4 群構成のズームレンズのように、第 1 レンズ群の物体側の位置のレンズとレンズとの間にプリズムを配置し、第 1 レンズ群をプリズムを間に挟んで、物体側に負、像面側に正の屈折率を有するレンズ群に分割してアフォーカル系を構成すると共に、プリズムによって光路を折り曲げることによって前後長を短縮するようにしたものもあるが、このタイプのズームレンズは、レンズの構成枚数が多く、しかも依然として全長も長く、製造コストも高くなってしまうという問題点があった。

【0007】本発明は、上記問題点に鑑み、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比 3 倍程度の小型のズームレンズを提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明ズームレンズは、物体側から像面側へと順に、正の屈折率を有する第 1 レンズ群と、負の屈折率を有する第 2 レンズ群と、正の屈折率を有する第 3 レンズ群と、正の屈折率を有する第 4 レンズ群とから成り、上記第 2 レンズ群と第 4 レンズ群とを移動させることによりズーミングを行うようにしたズームレンズにおいて、第 1 レンズ群を物体側から順に、負の屈折率を有する単レンズの第 1 レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折率を有する単レンズの第 2 レンズによって構成したものである。

【0009】従って、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比 3 倍程度のズームレンズを小型化することが可能になる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下に、本発明ズームレンズの実施の形態について、添付図面を参照して説明する。尚、図1乃至図4は第1の実施の形態（数値実施例1）、図5乃至図8は第2の実施の形態（数値実施例2）、図9乃至図12は第3の実施の形態（数値実施例3）をそれぞれ示すものである。

【0011】初めに、各実施の形態における共通の事項について説明する。

【0012】尚、以下の説明において、「 $S_i$ 」は物体側から数えて $i$ 番目の面、「 $R_i$ 」は上記面 $S_i$ の曲率半径、「 $d_i$ 」物体側から $i$ 番目の面と $i+1$ 番目の面との間の面間隔、「 $ndLi$ 」は第 $i$ レンズ( $L_i$ )の $d$ 線（波長587.6nm）での屈折率、「 $vdLi$ 」は第 $i$ レンズ( $L_i$ )の $d$ 線でのアッペ数、「 $f$ 」はレンズ全系の焦点距離、「 $Fno.$ 」は開放F値、「 $\omega$ 」半画角を示すものとする。但し、 $nd$ 又は $vd$ の後にP、LP、IR及びCGが付加されたものは、それぞれプリズム、ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ及び撮像素子のカバーガラスの屈折率又はアッペ数を示すものとする。

【0013】また、各実施の形態において用いられるレンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものも含まれる。

【0014】非球面形状は、非球面の深さ（レンズ面の頂点からの光軸方向の距離）を「 $x$ 」、レンズ頂点での曲率半径を「 $r$ 」、円錐定数を「 $\kappa$ 」とすると、
$$x = (y^2/r) / 1 + (1 - \kappa \cdot y^2/r^2)^{1/2} + C4 \cdot y^4 + C6 \cdot y^6 + C8 \cdot y^8 + C10 \cdot y^{10}$$
によって定義されるものとする。尚、 $C4$ 、 $C6$ 、 $C8$ 及び $C10$ は、それぞれ4次、6次、8次及び10次の非球面係数である。

【0015】第1乃至第3の実施例におけるズームレンズ1、2及び3は、図1、図5及び図9に示すように、物体側から像面IMG側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1と、負の屈折力を有する第2レンズ群GR2と、正の屈折力を有する第3レンズ群GR3と、正の屈折力を有する第4レンズ群GR4とから成る。ズームレンズ1乃至3は、第1レンズ群GR1は第1レンズL1及び第2レンズL2から成る2枚のレンズとその間に配置されたプリズム、第2レンズ群GR2は第3レンズL3、第4レンズL4及び第5レンズL5から成る3枚のレンズ、第3レンズ群GR3は第6レンズL6、そして、第4レンズ群GR4は第7レンズL7、第8レンズL8及び第9レンズL9から成る3枚のレンズをそれぞれ有する4群9枚構成のものである。

【0016】また、第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間には絞リIDが、第4レンズ群GR4と像面IMGとの間には物体側から順に、ローパスフィルタLP、赤外カットフィルタIR及びCCDのカバーガラ

スCGが配置されている。

【0017】そして、上記第2レンズ群GR2と第4レンズ群GR4とを移動させることによりズームを行うようにしたものであり、短焦点距離端（広角端）から長焦点距離端（望遠端）にズームするときには、第2レンズ群GR2は物体側から像面側に、第4レンズ群GR4は像位置を保持するように移動するものである。

【0018】尚、ズームレンズ1乃至3のフォーカス調整は、第4レンズ群GR4を移動させることによって為される。

【0019】第1レンズ群GR1は、物体側から順に、負の屈折力を有するメニスカス形状の単レンズの第1レンズL1、光路を90°折り曲げるプリズムP、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズL2によって構成したものである。

【0020】ズームレンズ1乃至3は、以下の条件式1及び条件式2を満足するか、または、部第1レンズL1の各面のうち、少なくとも1つの面が非球面によって構成することが好ましい。

$ndL1 > 1.75$ （条件式1）

$vdL1 < 30$ （条件式2）

但し、 $ndL1$ は第1レンズL1の $d$ 線での屈折率であり、 $vdL1$ は第1レンズL1の $d$ 線でのアッペ数である。

【0021】条件式1は、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1を構成する負の屈折力を有する単レンズである第1レンズL1による歪曲収差の発生量を規定するためのものである。即ち、 $ndL1$ の値が条件式1によって規定される範囲外となると、必要とされる第1レンズ群GR1の屈折力に対して歪曲収差の発生量が大きくなってしまい、これを第4レンズ群GR4の非球面によって補正することができなくなってしまう。

【0022】条件式2は、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1を構成する負の屈折力を有する単レンズである第1レンズによるL1による色収差の発生量を規定するためのものである。即ち、 $vdL1$ の値が条件式2によって規定される範囲外となると、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1内での色収差の発生量が大きくなり、これを補正することはレンズ系全体でも困難となる。

【0023】また、ズームレンズ1乃至3の第1レンズL1の物体側の面S1は、物体側に向けて凸であることが好ましい。これは、上記面S1が物体側に向けて凹であると、該凹面S1で発生する負の歪曲収差が大きくなり、これをレンズ全系で補正することが困難となるからである。

【0024】ズームレンズ1乃至3の第4レンズ群GR4を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1つの面が非球面によって構成されること、特に、最も像面側に位置するレンズの少なくとも1つの面が非球面によって

構成されていることが望ましい。

【0025】このように、第4レンズ群GR4内のレンズ面のうち、少なくとも1つの面を非球面によって構成すると、第1レンズ群GR1によって発生する広角端における負の歪曲収差を補正することができるようになり、これによって、第1レンズ群GR1の負の屈折力を有する単レンズ（第1レンズ）L1のパワーを強くすることができるようになって、より広い画角を得ることができるようになる。

【0026】更に、ズームレンズ1乃至3は、以下の条件式3を満足するように構成することが好ましい。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12 \quad (\text{条件式3})$$

但し、 $f_{GR1}$ は第1レンズ群GR1の焦点距離であり、 $f_w$ はレンズ全系の広角端での焦点距離である。

【0027】条件式3は、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1の焦点距離とレンズ全系の焦点距離との比率を規定するものである。即ち、 $f_{GR1} / f_w$ の値が4.

5以下となると、第1レンズ群GR1の正のパワーが強

くなり過ぎて、第1レンズ群GR1内の正の屈折力を有する単レンズである第2レンズL2パワーが大きくなって、この単レンズL2では球面収差の補正ができなくなるか、又は、負の屈折力を有する単レンズである第1レンズのパワーが弱くなってしまって、十分な広面角化が困難になってしまう。また、 $f_{GR1} / f_w$ の値が12以上になると、第1レンズ群GR1の正のパワーが弱くなり過ぎて、ズームレンズ1乃至3の全長が長くなってしまい、小型化が困難となる。

【0028】次に、第1乃至第3の実施例に係わるズームレンズ1乃至3の固有の事項について説明する。

【0029】表1にズームレンズ1の各数値を示す。

尚、 $R_i$ の数値の後に（ASP）を付記した面は非球面によって構成されたものである（後述する表4及び表7も同様。）。

【0030】

【表1】

R1=35.116	d1=1.8	ndL1=1.85000	$\nu$ dL1=23.5
R2=18.675	d2=5.5		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=46.647	d6=2.8	ndL2=1.76811	$\nu$ dL2=49.7
R7=-38.962	d7=variable		
R8=-64.828	d8=1.1	ndL3=1.84000	$\nu$ dL3=43.0
R9=14.768	d9=1.1		
R10=140.620	d10=1.1	ndL4=1.75359	$\nu$ dL4=51.6
R11=8.989	d11=2.0	ndL5=1.84666	$\nu$ dL5=23.8
R12=33.286	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=9.334(ASP)	d14=2.0	ndL6=1.80610	$\nu$ dL6=40.7
R15=12.687	d15=variable		
R16=7.522	d16=3.0	ndL7=1.75955	$\nu$ dL7=50.8
R17=-40.255	d17=1.5	ndL8=1.84666	$\nu$ dL8=23.8
R18=8.007	d18=3.3	ndL9=1.69350	$\nu$ dL9=53.3
R19=24.197(ASP)	d19=variable		
R20= $\infty$	d20=1.5	ndLP=1.55232	$\nu$ dLP=63.4
R21= $\infty$	d21=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R22= $\infty$	d22=1.00		
R23= $\infty$	d23=0.75	ndCG=1.55671	$\nu$ dCG=58.6
R24= $\infty$	d24=1.0		
R25= $\infty$			

【0031】上記表1に示すように、ズームレンズ1の

ズームリング及びフォーカシング動作に伴って面間隔d

7、d12、d15及びd19は可変(variable)である。従って、表2に広角端( $f=5.3$ )、望遠端( $f=15.6$ )及び広角端と望遠端との中間焦点位置( $f=9.0$ )におけるd7、d12、d15及びd19の各数値、並びに、FNo.、 $f$ 及び $\omega$ を示す。

【0032】

【表2】

f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.4	2.6	3.1
$\omega$	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	8.38	13.76
d12	15.01	7.45	2.05
d15	7.02	4.96	2.0
d19	4.82	6.88	9.84

【0033】また、第3レンズ群GR3の第6レンズL6の物体側の面S14及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の像面側の面S19は非球面によって構成されている。以下の表3に上記面S14及びS19の4次、6次、8次及び10次の非球面係数C4、C6、C8及びC10を示す。

【0034】

【表3】

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S14(R14)	0	-0.9142E-04	0.3775E-05	-0.4308E-06	0.1590E-07
S19(R19)	0	0.1217E-02	0.2458E-04	0.1236E-05	0.1235E-07

【0035】尚、上記表3中の「E」は、10を底とする指数表現を意味するものとする。(後述する表7及び表11においても同様。)

【0036】図2乃至図4にズームレンズ1の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図をそれぞれ示す。尚、球面収差図において、実線はe線(波長546.1nm)、点線(ピッチの短い方の破線)はC線(波長656.3nm)、一点鎖線はd線、破線はF線(波長486.1nm)、二点鎖線はg線(波長435.8nm)における値を示すものであり、非点収差図

において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0037】上記ズームレンズ1においては、第4レンズ群GR4を3枚のレンズL7、L8及びL9の接合レンズによって構成することにより、第4レンズ群GR4内での偏心による像面の倒れを小さくし、製造をも容易にするようにしたものである。

【0038】表4にズームレンズ2の各数値を示す。

【0039】

【表4】

R1=43.203	d1=2.0	ndL1=1.84666	$\nu$ dL1=23.8
R2=16.054	d2=4.0		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=40.072	d6=2.9	ndL2=1.83500	$\nu$ dL2=43.0
R7=-40.072	d7=variable		
R8=-130.120	d8=1.1	ndL3=1.83500	$\nu$ dL3=43.0
R9=11.909	d9=1.29		
R10= $\infty$	d10=1.0	ndL4=1.75359	$\nu$ dL4=51.6
R11=7.755	d11=2.2	ndL5=1.84666	$\nu$ dL5=23.8
R12=31.164	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=9.845(ASP)	d14=1.5	ndL6=1.69350	$\nu$ dL6=53.3
R15=18.742	d15=variable		
R16=9.080	d16=2.5	ndL7=1.69350	$\nu$ dL7=53.3
R17=-9.050	d17=1.0	ndL8=1.84666	$\nu$ dL8=23.8
R18=-104.131	d18=4.75		
R19=35.898(ASP)	d19=1.0	ndL9=1.49200	$\nu$ dL9=57.2
R20=24.197(ASP)	d20=variable		
R21= $\infty$	d21=1.5	ndLP=1.55232	$\nu$ dLP=63.4
R22= $\infty$	d22=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R23= $\infty$	d23=1.0		
R24= $\infty$	d24=0.75	ndCG=1.55671	$\nu$ dCG=58.6
R25= $\infty$	d25=1.0		
R26= $\infty$			

【0040】上記表4に示すように、ズームレンズ2のズームリング及びフォーカシング動作に伴って面間隔d7、d12、d15及びd20は可変(variable)である。従って、表5に広角端( $f=5.3$ )、望遠端( $f=15.5$ )及び広角端と望遠端との中間焦点位置( $f=9.0$ )におけるd7、d12、d15及びd20の各数値、並びに、FNo.、 $f$ 及び $\omega$ を示す。

【0041】

【表5】

f	5.3	9.0	15.5
FNo.	2.8	3.1	3.8
$\omega$	37.0°	24.0°	14.5°
d7	0.8	7.17	11.4
d12	12.65	6.28	2.05
d15	8.99	6.09	2.0
d20	3.67	6.57	10.66

【0042】また、第3レンズ群GR3の第6レンズL6の物体側の面S14及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の物体側の面S19及び像面側の面S20は非球面によって構成されている。以下の表6に上記面S14、S19及びS20の4次、6次、8次及び10次の非球面係数C4、C6、C8及びC10を示す。

【0043】

【表6】

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
S14(R14)	0	-0.1224E-03	0.9870E-05	-0.1144E-05	0.4671E-07
S19(R19)	0	-0.9497E-03	0.3720E-04	-0.6771E-05	0.3284E-06
S20(R20)	0	-0.5412E-04	0.7292E-04	-0.8809E-05	0.4530E-06

【0044】図6乃至図8にズームレンズ2の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図をそれぞれ示す。尚、球面収差図において、実線はe線、点線はC線、一点鎖線はd線、破線はF線、二点鎖線はg線における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0045】また、ズームレンズ2においては、第4レンズ群GR4の第9レンズL9にプラスチック製の非球面レンズを使用し、小型化、高性能化と共に、安価に製造できるズームレンズを構成している。

【0046】表7にズームレンズ3の各数値を示す。

【0047】

【表7】

R1=35.641	d1=1.8	ndL1=1.85000	$\nu$ dL1=23.5
R2=16.216(ASP)	d2=5.5		
R3= $\infty$	d3=9.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R4= $\infty$	d4=8.5	ndP=1.56883	$\nu$ dP=56.0
R5= $\infty$	d5=0.5		
R6=32.208	d6=2.8	ndL2=1.76656	$\nu$ dL2=49.9
R7=-56.283	d7=variable		
R8=-53.723	d8=1.1	ndL3=1.84000	$\nu$ dL3=43.0
R9=17.458	d9=1.1		
R10= $\infty$	d10=1.0	ndL4=1.84000	$\nu$ dL4=43.0
R11=7.863	d11=2.0	ndL5=1.83916	$\nu$ dL5=23.8
R12=48.420	d12=variable		
R13= $\infty$	d13=1.5		
R14=16.484(ASP)	d14=2.0	ndL6=1.80610	$\nu$ dL6=40.7
R15=15.006	d15=variable		
R16=7.899	d16=3.0	ndL7=1.79554	$\nu$ dL7=46.8
R17=-93.011	d17=1.5	ndL8=1.80688	$\nu$ dL8=25.6
R18=6.097	d18=3.3	ndL9=1.69850	$\nu$ dL9=53.3
R19=22.035(ASP)	d19=variable		
R20= $\infty$	d20=1.5	ndLP=1.55282	$\nu$ dLP=63.4
R21= $\infty$	d21=1.2	ndIR=1.51680	$\nu$ dIR=64.2
R22= $\infty$	d22=1.0		
R23= $\infty$	d23=0.75	ndCG=1.55671	$\nu$ dCG=58.6
R24= $\infty$	d24=1.0		
R25= $\infty$			

【0048】上記表7に示すように、ズームレンズ3のズームリング及びフォーカシング動作に伴って面間隔d7、d12、d15及びd19は可変(variable)である。従って、表8に広角端( $f=5.3$ )、望遠端( $f=15.5$ )及び広角端と望遠端との中間焦点位置( $f=9.0$ )におけるd7、d12、d15及びd19の各数値、並びに、FNo.、 $f$ 及び $\omega$ を示す。

【0049】

【表8】



<b>f</b>	<b>5.3</b>	<b>9.0</b>	<b>15.5</b>
<b>FNo.</b>	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>3.1</b>
<b><math>\omega</math></b>	<b>37.0°</b>	<b>24.0°</b>	<b>14.5°</b>
<b>d7</b>	<b>0.8</b>	<b>8.08</b>	<b>19.2</b>
<b>d12</b>	<b>14.41</b>	<b>7.12</b>	<b>2.0</b>
<b>d15</b>	<b>7.28</b>	<b>5.11</b>	<b>2.0</b>
<b>d19</b>	<b>5.19</b>	<b>7.34</b>	<b>10.45</b>

【0050】また、第1レンズ群の第1レンズL1の像面側の面S2、第3レンズ群GR3の第6レンズL6の物体側の面S14及び第4レンズ群GR4の第9レンズL9の像面側の面S19は非球面によって構成されている。以下の表3に上記面S2、S14及びS19の4次、6次、8次及び10次の非球面係数C4、C6、C8及びC10を示す。

【0051】

【表9】

	$\kappa$	C4	C6	C8	C10
<b>S2(R2)</b>	<b>0</b>	<b>-0.4475E-05</b>	<b>0.2083E-07</b>	<b>-0.6283E-10</b>	<b>-0.7920E-12</b>
<b>S14(R14)</b>	<b>0</b>	<b>-0.6561E-04</b>	<b>0.1709E-05</b>	<b>-0.1885E-08</b>	<b>0.6981E-08</b>
<b>S19(R19)</b>	<b>0</b>	<b>0.1058E-02</b>	<b>0.2442E-04</b>	<b>0.4797E-06</b>	<b>0.3475E-07</b>

【0052】ズームレンズ3においては、上記したように、第1レンズ群GR1内の第1レンズL1の像面側の面S2を非球面によって構成することによって、像面湾曲及び長焦点距離域での球面収差を補正するようにしている。

【0053】図10乃至図12にズームレンズ3の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図をそれぞれ示す。尚、球面収差図において、実線はe線、点線はC線、一点鎖線はd線、破線はF線、二点鎖線はg線における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を

示すものである。

【0054】上記ズームレンズ3においては、第1の実施例におけるズームレンズ1と同様に、第4レンズ群GR4を3枚のレンズL7、L8及びL9の接合レンズによって構成することにより、第4レンズ群GR4内での偏心による像面の倒れを小さくし、製造をも容易にするようにしたものである。

【0055】以下の表10に上記第1乃至第3の実施例に示したズームレンズ1乃至3の条件式1乃至3の各条件を求めるための各数値及び各条件式の値を示す。

【0056】

【表10】

実施の形態	ndL1	$\nu$ dL1	fGR1	fw	fGR1/fw
<b>1</b>	<b>1.85000</b>	<b>23.5</b>	<b>38.29</b>	<b>5.3</b>	<b>7.22</b>
<b>2</b>	<b>1.84666</b>	<b>23.8</b>	<b>32.99</b>	<b>5.3</b>	<b>6.22</b>
<b>3</b>	<b>1.85000</b>	<b>23.5</b>	<b>36.94</b>	<b>5.3</b>	<b>6.97</b>

【0057】ズームレンズ1乃至3は、上記表10からも明らかなように、条件式1乃至3の条件を満足し、また、各収差図に示すように、広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端において、各種収差もバランス良く補正されている。

【0058】このように、ズームレンズ1乃至3は、広角端における画角が74°と、十分に広角領域を含むものであり、各種収差も良好に補正されているため、特に、画素数の多い撮像素子を使用したデジタルスチルカメラ用として好適なものである。

【0059】尚、前記実施の形態において示した各部の具体的な形状及び構造は、何れも本発明を実施するに当たっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0060】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように本発明ズームレンズは、物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズーミングを行うようにしたズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成したので、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の小型の撮像機器に最適な変倍比3倍程度のズームレンズを小型化することができる。

【0061】請求項2に記載したズームレンズにあっては、ndL1を第1レンズのd線での屈折率、 $\nu$ dL1を第1レンズのd線でのアッペ数とすると、ndL1>

1.75、 $\nu_d L1 < 30$ の各条件を満足するようにしたので、第1レンズ群で発生する歪曲収差及び色収差を良好に補正することができる。

【0062】請求項3に記載したズームレンズにあっては、第1レンズの少なくとも1の面を非球面によって構成したので、像面湾曲及び長焦点距離域における球面収差を良好に補正することができる。

【0063】請求項4乃至請求項6に記載した発明にあっては、第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたので、レンズ全系で補正することが困難となる負の歪曲収差が大きくなることがない。

【0064】請求項7乃至請求項12に記載した発明にあっては、第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したので、第1レンズ群二より発生する広角端における負の歪曲収差を効果的に補正することができるようになるので、第1レンズ群の負の単レンズのパワーを強くすることが可能になって、より広い画角を得ることができるようになる。

【0065】請求項13乃至請求項24に記載した発明にあっては、 $f_{GR1}$ を第1レンズ群の焦点距離、 $f_w$ をレンズ全系のワイド端での焦点距離とすると、 $4.5 < f_{GR1}/f_w < 12$ の条件を満足するようにしたので、球面収差の補正、十分な広画角化及び小型化を達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図2乃至図4と共に、本発明ズームレンズの第1の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図2】広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収

差を示す図である。

【図3】広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図4】望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図5】図6乃至図8と共に、本発明ズームレンズの第2の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図6】広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図7】広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図8】望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図9】図10乃至図12と共に、本発明ズームレンズの第3の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図10】広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

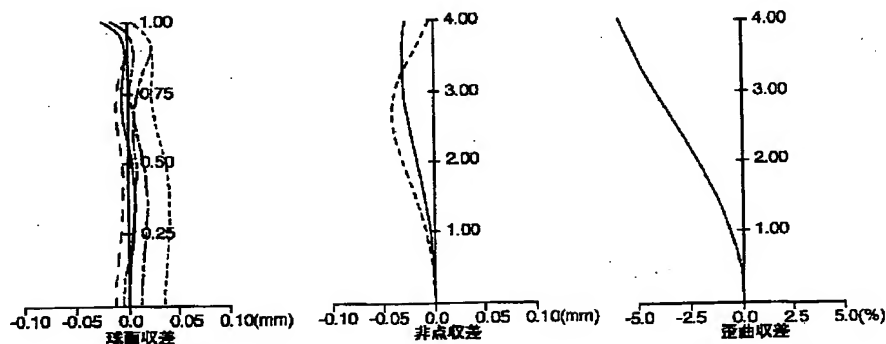
【図11】広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図12】望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

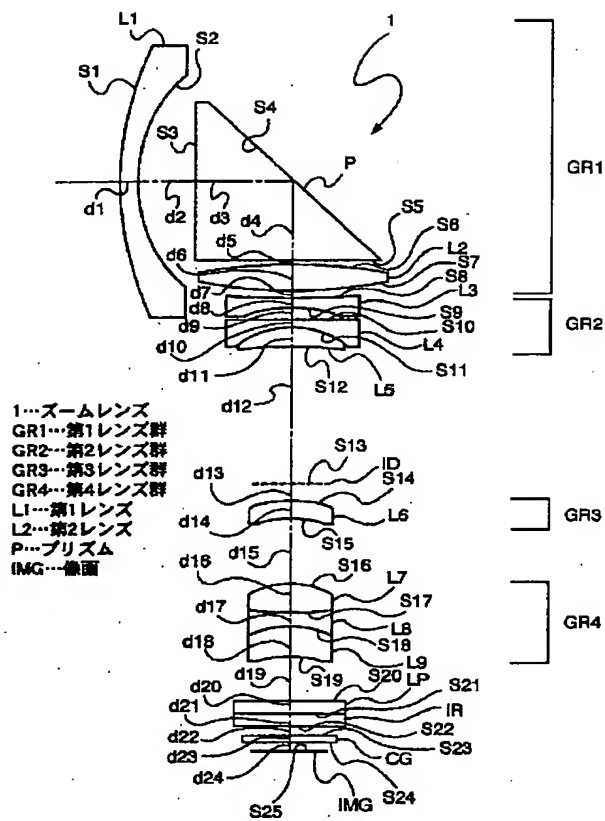
#### 【符号の説明】

1…ズームレンズ、2…ズームレンズ、3…ズームレンズ、GR1…第1レンズ群、GR2…第2レンズ群、GR3…第3レンズ群、GR4…第4レンズ群、L1…第1レンズ、L2…第2レンズ、P…プリズム、IMG…像面

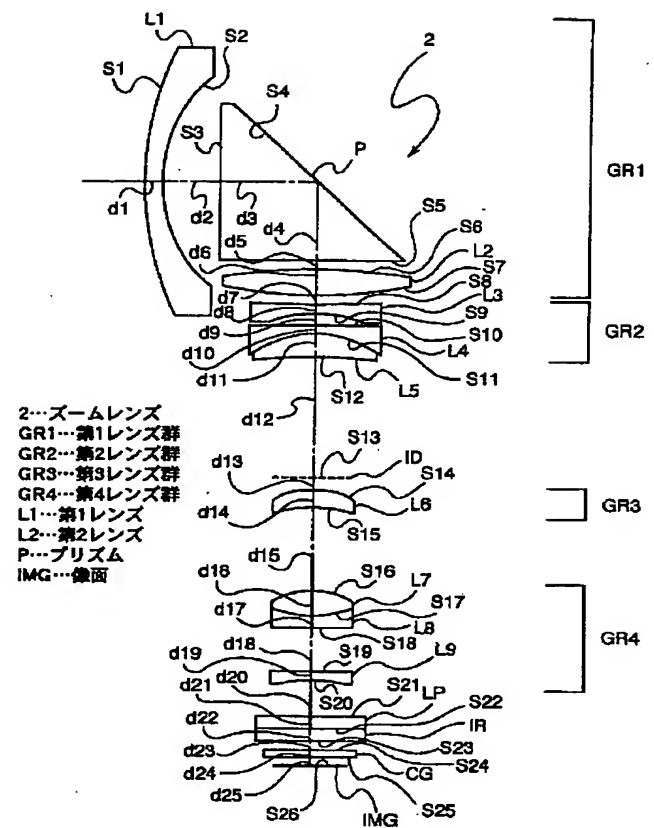
【図2】



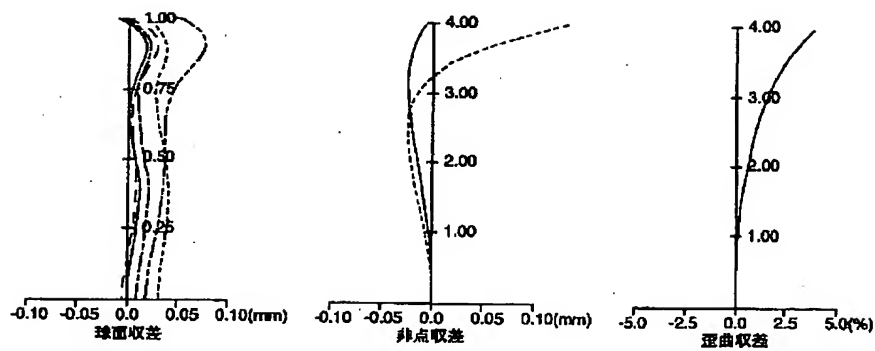
【図1】



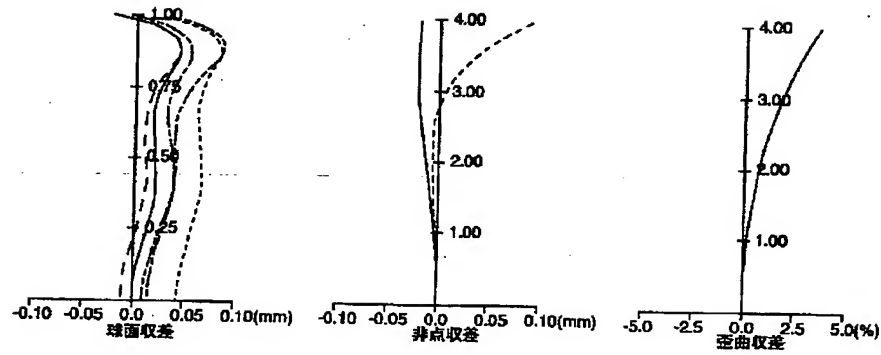
【図5】



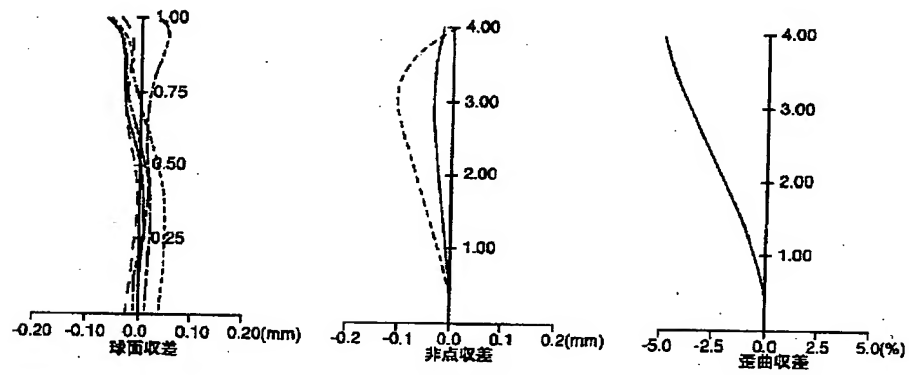
【図3】



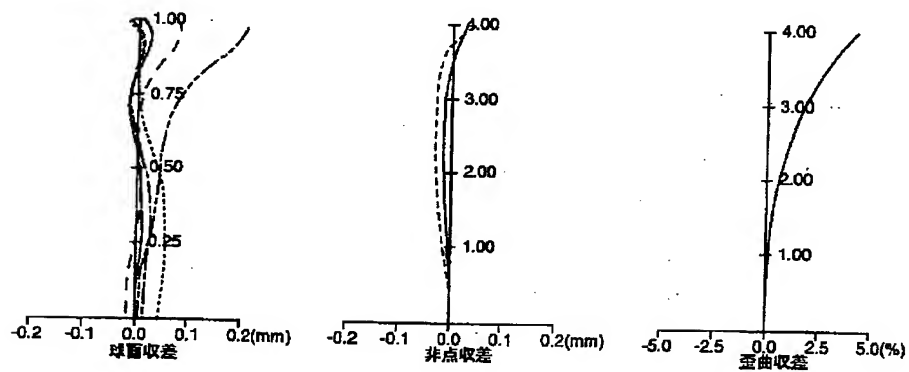
【図4】



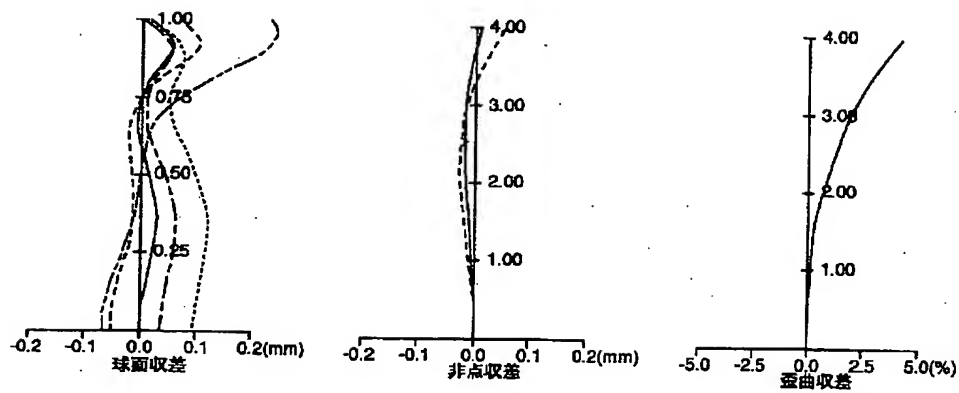
【図6】



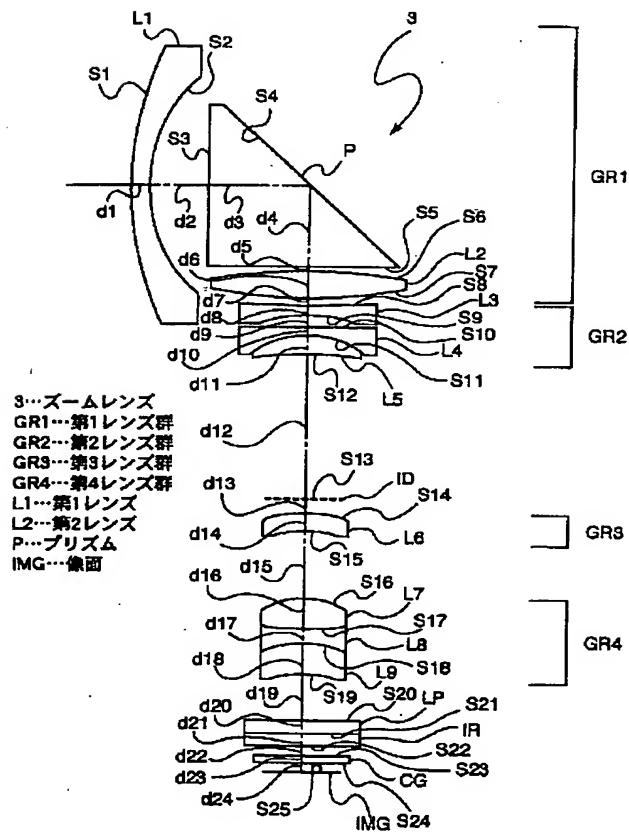
【図7】



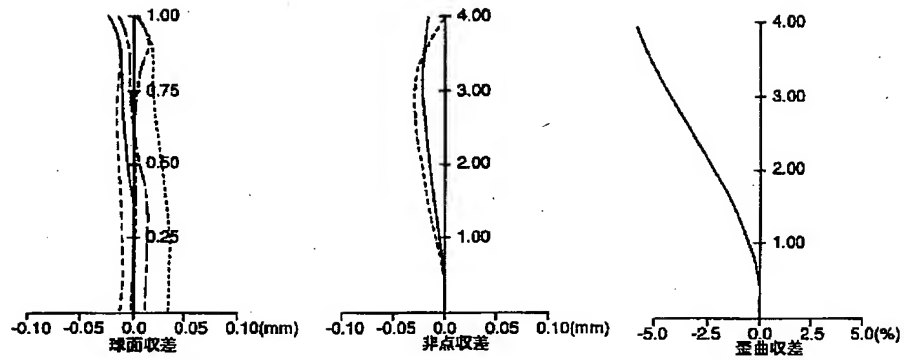
【図8】



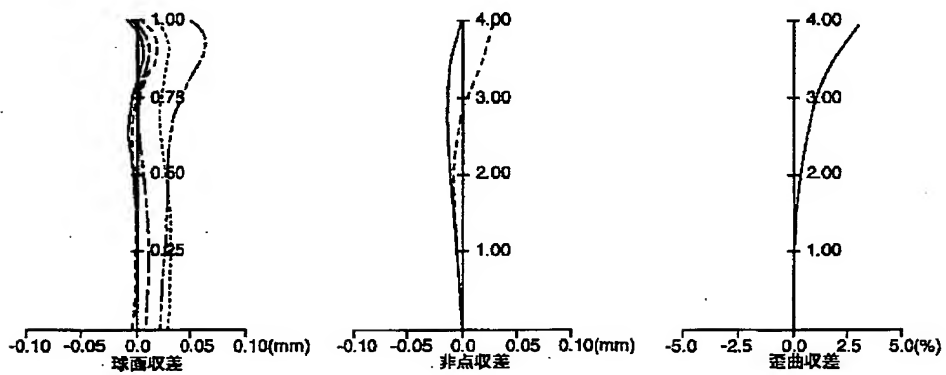
【図9】



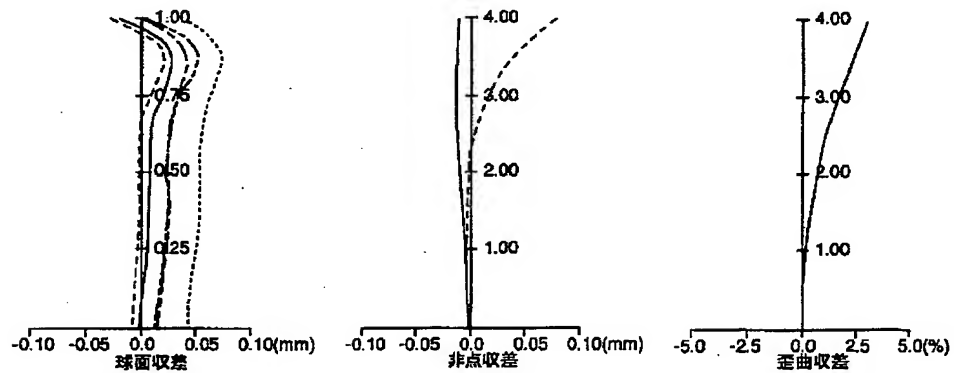
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 MA15 PA06 PA07 PA19  
PB09 QA02 QA06 QA17 QA21  
QA26 QA32 QA37 QA42 QA45  
RA05 RA12 RA32 RA41 RA43  
SA23 SA27 SA29 SA32 SA63  
SA65 SB03 SB14 SB22 SB34  
TA03

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成14年9月25日(2002.9.25)

【公開番号】特開2000-131610(P2000-131610A)

【公開日】平成12年5月12日(2000.5.12)

【年通号数】公開特許公報12-1317

【出願番号】特願平10-307337

【国際特許分類第7版】

G02B 15/16

13/18

【F I】

G02B 15/16

13/18

【手続補正書】

【提出日】平成14年7月5日(2002.7.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズームを行うようにされたズームレンズにおいて、上記第1レンズ群が物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成された

ことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 以下の条件を満足するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$n_{dL1} > 1.75$$

$$v_{dL1} < 30$$

但し、

$n_{dL1}$  : 第1レンズのd線での屈折率、

$v_{dL1}$  : 第1レンズのd線でのアッベ数、

とする。

【請求項3】 第1レンズの少なくとも1の面を非球面によって構成した

ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項4】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面とした

ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項5】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項6】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載したズームレンズ。

$$4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_w$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】請求項4に記載した発明にあっては、第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたので、レンズ全系で補正することが困難となる負の歪曲収差が大きくなることがない。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】請求項5に記載した発明にあっては、第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したので、第1レンズ群により発生する広角端における負の歪曲収差を効果的に補正することができるようになるので、第1レンズ群の負の単レンズのパワーを強くすることが可能になって、より広い画角を得ることができるようになる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065



【補正方法】変更

【補正内容】

【0065】請求項6に記載した発明にあっては、 $f_{GR1}$ を第1レンズ群の焦点距離、 $f_w$ をレンズ全系のワ

イド端での焦点距離とすると、 $4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$ の条件を満足するようにしたので、球面収差の補正、十分な広画角化及び小型化を達成することができる。

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成14年9月25日(2002.9.25)

【公開番号】特開2000-131610(P2000-131610A)

【公開日】平成12年5月12日(2000.5.12)

【年通号数】公開特許公報12-1317

【出願番号】特願平10-307337

【国際特許分類第7版】

G02B 15/16

13/18

【FI】

G02B 15/16

13/18

【手続補正書】

【提出日】平成14年7月5日(2002.7.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側へと順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、上記第2レンズ群と第4レンズ群とを移動させることによりズームを行うようにされたズームレンズにおいて、

上記第1レンズ群が物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズの第1レンズ、光路を折り曲げるプリズム、正の屈折力を有する単レンズの第2レンズによって構成された

ことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 以下の条件を満足するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$ndL1 > 1.75$

$vdL1 < 3.0$

但し、

$ndL1$  : 第1レンズのd線での屈折率、

$vdL1$  : 第1レンズのd線でのアッペ数、

とする。

【請求項3】 第1レンズの少なくとも1の面を非球面によって構成した

ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項4】 第1レンズの物体側を向いた面を凸面とした

ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項5】 第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項6】 以下の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載したズームレンズ。

$4.5 < f_{GR1} / fw < 12$

但し、

$f_{GR1}$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$fw$  : レンズ全系のワイド端での焦点距離、

とする。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】請求項4に記載した発明にあっては、第1レンズの物体側を向いた面を凸面としたので、レンズ全系で補正することが困難となる負の歪曲収差が大きくなることがない。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】請求項5に記載した発明にあっては、第4レンズ群を構成するレンズの各面のうち、少なくとも1面を非球面によって構成したので、第1レンズ群により発生する広角端における負の歪曲収差を効果的に補正することができるようになるので、第1レンズ群の負の単レンズのパワーを強くすることが可能になって、より広い画角を得ることができるようになる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正内容】

【0065】請求項6に記載した発明にあつては、 $f_{GR1}$ を第1レンズ群の焦点距離、 $f_w$ をレンズ全系のワ

イド端での焦点距離とすると、 $4.5 < f_{GR1} / f_w < 12$ の条件を満足するようにしたので、球面収差の補正、十分な広画角化及び小型化を達成することができる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**